

PATENT  
81788.0255  
Express Mail Label No. EV 325 217 165 US

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re application of:

Akira TANAKA

Serial No: Not assigned

Filed: August 25, 2003

For: SEMICONDUCTOR LASER ELEMENT

Art Unit: Not assigned

Examiner: Not assigned

TRANSMITTAL OF PRIORITY DOCUMENT

Mail Stop PATENT APPLICATION  
Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

Dear Sir:

Enclosed herewith is a certified copy of Japanese patent application No. 2002-247452 which was filed August 27, 2002, from which priority is claimed under 35 U.S.C. § 119 and Rule 55.

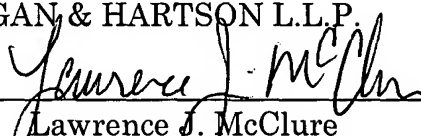
Acknowledgment of the priority document(s) is respectfully requested to ensure that the subject information appears on the printed patent.

Respectfully submitted,

HOGAN & HARTSON L.L.P.

Date: August 25, 2003

By:

  
Lawrence J. McClure  
Registration No. 44,228  
Attorney for Applicant(s)

500 South Grand Avenue, Suite 1900  
Los Angeles, California 90071  
Telephone: 213-337-6700  
Facsimile: 213-337-6701

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2002年 8月27日

出 願 番 号

Application Number:

特願2002-247452

[ ST.10/C ]:

[ JP 2002-247452 ]

出 願 人

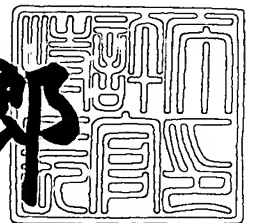
Applicant(s):

株式会社東芝

2003年 5月23日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

太田 信一郎



出証番号 出証特2003-3038194

【書類名】 特許願

【整理番号】 13690601

【提出日】 平成14年 8月27日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01L 3/18

【発明の名称】 半導体レーザ素子

【請求項の数】 7

【発明者】

    【住所又は居所】 神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝  
                                マイクロエレクトロニクスセンター内

    【氏名】 田 中 明

【特許出願人】

    【識別番号】 000003078

    【住所又は居所】 東京都港区芝浦一丁目1番1号

    【氏名又は名称】 株式会社 東 芝

【代理人】

    【識別番号】 100075812

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 吉 武 賢 次

【選任した代理人】

    【識別番号】 100088889

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 橘 谷 英 俊

【選任した代理人】

    【識別番号】 100082991

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 佐 藤 泰 和

【選任した代理人】

    【識別番号】 100096921

【弁理士】

【氏名又は名称】 吉 元 弘

【選任した代理人】

【識別番号】 100103263

【弁理士】

【氏名又は名称】 川 崎 康

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 087654

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 半導体レーザ素子

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基板と、

前記基板上に形成された第 1 導電型クラッド層と、

前記第 1 導電型クラッド層上に形成され、InGaAlP系材料からなる井戸層とInGaAlP系材料からなる障壁層とを交互に複数回積層した多重量子井戸構造であり、電流注入によって互いに向き合う第 1 の端面と第 2 の端面とに向けて発光領域から光を放射する活性層と、

前記活性層上に形成された第 2 導電型クラッド層と、

前記第 1 の端面の近傍に形成された領域であって、この領域における前記井戸層のバンドギャップが前記発光領域における前記井戸層のバンドギャップよりも広くなる第 1 の窓領域と、

前記第 2 の端面の近傍に形成された領域であって、この領域における前記井戸層のバンドギャップが前記発光領域における前記井戸層のバンドギャップよりも広く前記第 1 の窓領域における前記井戸層のバンドギャップよりも狭くなる第 2 の窓領域と、

を備え、

前記発光領域における前記井戸層のバンドギャップと、前記第 2 の窓領域における前記井戸層のバンドギャップと、の差が波長変化量で10nm以上30nm以下であることを特徴とする半導体レーザ素子。

【請求項 2】

前記第 2 の端面上に形成され、前記活性層からの前記光に対する反射率が60%以上の高反射膜をさらに備えることを特徴とする請求項 1 記載の半導体レーザ素子。

【請求項 3】

前記発光領域における前記井戸層のバンドギャップと、前記第 1 の窓領域における前記井戸層のバンドギャップと、の差が波長変化量で40nm以上80nm

以下であることを特徴とする請求項 1 または請求項 2 記載の半導体レーザ素子。

【請求項 4】

前記活性層において前記第 2 の端面から前記第 1 の端面に向かう方向の、前記第 2 の窓領域の長さが、 $20\text{ }\mu\text{m}$ 以上 $30\text{ }\mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 3 のいずれかに記載の半導体レーザ素子。

【請求項 5】

前記第 2 の窓領域への電流注入を妨げる電流ブロック層をさらに備えることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 4 のいずれかに記載の半導体レーザ素子。

【請求項 6】

前記活性層における、前記井戸層と、前記障壁層と、の厚さがそれぞれ $5\text{ nm}$ 以下であることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 5 のいずれかに記載の半導体レーザ素子。

【請求項 7】

第 1 導電型クラッド層と、

前記第 1 導電型クラッド層上に形成され、電流注入によって、互いに向き合う第 1 の端面と第 2 の端面とに向けて発光領域から光を放射する活性層と、

前記活性層上に形成された第 2 導電型クラッド層と、

前記第 1 の端面の近傍に形成された領域であって、この領域における前記井戸層のバンドギャップが前記発光領域における前記井戸層のバンドギャップよりも広くなる第 1 の窓領域と、

前記第 2 の端面の近傍に形成された領域であって、この領域における前記井戸層のバンドギャップが、前記発光領域における前記井戸層のバンドギャップよりも広く、前記第 1 の窓領域における前記井戸層のバンドギャップよりも狭くなる第 2 の窓領域と、

前記第 2 の端面上に形成され、前記活性層からの前記光を反射する反射膜と、  
を備えることを特徴とする半導体レーザ素子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、半導体レーザ素子に関し、特に600nm帯の窓構造の高光出力の半導体レーザ素子に関する。

# 【0002】

## 【従来の技術】

近年、InGaAlP系材料を用いた波長600nm～700nmの半導体レーザ素子は、DVD(digital versatile disk)などへの実用化が進み、DVD-RAM/R/RW等の書込み用レーザとして高出力化が進んでいる。高出力化した場合は不可逆的な端面破壊(COD: Catastrophic Optical Damage)が問題になるためレーザ光の射出端面に窓領域を設けることが多い。このような窓領域を設けた構造は、窓構造と呼ばれる。

# 【0003】

図5は、この窓構造の半導体レーザ素子の従来例の断面図である。このレーザ素子は、n型GaAs基板201上に、 $\text{In}_{0.5}(\text{Ga}_{0.3}\text{Al}_{0.7})_{0.5}\text{P}$ からなるn型クラッド層202、 $\text{In}_{0.5}(\text{Ga}_{0.4}\text{Al}_{0.6})_{0.5}\text{P}$ からなるガイド層203、 $\text{In}_{0.5}\text{Ga}_{0.5}\text{P}/\text{In}_{0.5}(\text{Ga}_{0.5}\text{Al}_{0.5})_{0.5}\text{P}$ からなる多重量子井戸(MQW: Multiple Quantum Well)構造の活性層204、 $\text{In}_{0.5}(\text{Ga}_{0.4}\text{Al}_{0.6})_{0.5}\text{P}$ からなるガイド層205、 $\text{In}_{0.5}(\text{Ga}_{0.3}\text{Al}_{0.7})_{0.5}\text{P}$ からなるp型クラッド層206、GaAsからなるp型コンタクト層207、が順次形成されている。上記の活性層204は、p側電極291と、n側電極292と、からの電流注入により、発光領域232から、図中左側の前面側端面210と、図中右側の裏面側端面220と、に向けて光を放射する。この前面側端面210と、裏面側端面220と、の近傍には図中上部から亜鉛が拡散されることによって、図中斜線で示すように、前面側窓領域212と、裏面側窓領域222と、が形成されている。これらの窓領域212、222では、活性層204の井戸層と障壁層とが合金化されている。また、前面側端面210上には低反射膜211が、裏面側端面220上には高反射膜221が、それぞれ形成されている。図5の高出力用半導体レーザ素子の共振器長は、利得を稼ぐため70

0～900  $\mu\text{m}$ と長めであり、各窓領域212、222の図中横方向の長さは、活性層204付近で、30～40  $\mu\text{m}$ 程度である。また、活性層204の井戸層および障壁層の厚さはそれぞれ5 nm前後、井戸層の数は3程度である。

#### 【0004】

図5の素子では、窓領域212、222の $\text{In}_{0.5}\text{Ga}_{0.5}\text{P}$ 井戸層に $\text{In}_{0.5}(\text{Ga}_{0.5}\text{Al}_{0.5})_{0.5}\text{P}$ 障壁層からAlが入ってくることにより、窓領域212、222の井戸層のバンドギャップが広がる。このバンドギャップが広がれば、バンドギャップ波長が短くなる。そして、一般に、半導体は、バンドギャップ波長以上の波長の光は吸収しない。このため、窓領域212、222の井戸層214は、バンドギャップが広がってバンドギャップ波長が短くなることにより、発光領域の井戸層214からの光を吸収しにくくなる。この結果、端面破壊が起こりにくくなる。

#### 【0005】

##### 【発明が解決しようとする課題】

従来は、上記の窓領域212、222のバンドギャップは、動作に支障がない範囲でなるべく広くするほどレーザの特性が良くなると考えられていた。これは、窓領域212、222のバンドギャップが広がるほど、窓領域212、222の活性層214における光吸収が起こりにくくなり、端面破壊が起こりにくくなって信頼性が向上すると考えられていたからである。また、同時に、光出力も向上すると考えられていたからである。

#### 【0006】

しかし、本発明者は、シミュレーションの結果から、光出力について、窓領域212、222のバンドギャップが広がるほど特性が良くなるという上記の考え方に疑問を持った。このことから、本発明者は、半導体レーザの光出力をさらに向上させるため、さまざまな条件で、シミュレーションおよび実験を繰り返した。その結果、前面側窓領域212のバンドギャップは動作に支障がない範囲でなるべく広くすると良いが、裏面側窓領域222についてはバンドギャップをある範囲内に制御することで、前面側端面210からのレーザ光の光出力を増加させられることが分かった。また、この範囲内であれば、裏面側端面220の端面破



壊の起こりにくさも従来とほとんど変わらないことが分かった。つまり、裏面側窓領域 2 2 2 のバンドギャップを、前面側窓領域 2 1 2 よりも狭くして発光領域 2 3 2 に近づけることで、従来と同程度の信頼性を維持しつつ、従来よりも光出力が高い半導体レーザが得られることを独自に知得するに至った。

## 【 0 0 0 7 】

本発明は上記ことに着目してなされたものである。つまり、この方法は、従来の技術常識とは異なった本発明者の独自の実験結果によって得られたものであり、本発明者の独自の知得に基づくものである。

## 【 0 0 0 8 】

本発明の目的は、窓構造の半導体レーザ素子において、光出力が高い素子を、信頼性を低下させることなく得る点にある。

## 【 0 0 0 9 】

## 【課題を解決するための手段】

本発明の一実施形態による半導体レーザ素子は、基板と、前記基板上に形成された第 1 導電型クラッド層と、前記第 1 導電型クラッド層上に形成され、InGaAlP 井戸層と InGaAlP 障壁層とを交互に複数回積層した多重量子井戸構造であり、電流注入によって互いに向き合う第 1 の端面と第 2 の端面とに向けて発光領域から光を放射する活性層と、前記活性層上に形成された第 2 導電型クラッド層と、前記第 1 の端面の近傍に拡散によって形成された領域であって、この領域における前記井戸層のバンドギャップが前記発光領域における前記井戸層のバンドギャップよりも広くなる第 1 の窓領域と、前記第 2 の端面の近傍に拡散によって形成された領域であって、この領域における前記井戸層のバンドギャップが前記発光領域における前記井戸層のバンドギャップよりも広く前記第 1 の窓領域における前記井戸層のバンドギャップよりも狭くなる第 2 の窓領域と、を備え、前記発光領域における前記井戸層のバンドギャップと、前記第 2 の窓領域における前記井戸層のバンドギャップと、の差が波長変化量で 10 nm 以上 30 nm 以下であることを特徴とする。

## 【 0 0 1 0 】

また、本発明の他の実施の形態の半導体レーザ素子は、第 1 導電型クラッド層

と、前記第 1 導電型クラッド層上に形成され、電流注入によって、互いに向き合う第 1 の端面と第 2 の端面とに向けて発光領域から光を放射する活性層と、前記活性層上に形成された第 2 導電型クラッド層と、前記第 1 の端面の近傍に拡散によって形成された領域であって、この領域における前記井戸層のバンドギャップが前記発光領域における前記井戸層のバンドギャップよりも広くなる第 1 の窓領域と、前記第 2 の端面の近傍に拡散によって形成された領域であって、この領域における前記井戸層のバンドギャップが、前記発光領域における前記井戸層のバンドギャップよりも広く、前記第 1 の窓領域における前記井戸層のバンドギャップよりも狭くなる第 2 の窓領域と、前記第 2 の端面上に形成され、前記活性層からの前記光を反射する反射膜と、を備えることを特徴とする。

【 0 0 1 1 】

#### 【発明の実施の形態】

以下、図面を参照しつつ、本発明の実施の形態について説明する。

【 0 0 1 2 】

#### （第 1 の実施の形態）

図 1 は、本発明の第 1 の実施の形態の半導体レーザ素子の断面図である。n 型 GaAs 基板 101 上には、 $\text{In}_{0.5}(\text{Ga}_{0.3}\text{Al}_{0.7})_{0.5}\text{P}$  からなる n 型クラッド層 102、 $\text{In}_{0.5}(\text{Ga}_{0.4}\text{Al}_{0.6})_{0.5}\text{P}$  からなるガイド層 103、 $\text{In}_{0.5}\text{Ga}_{0.5}\text{P}/\text{In}_{0.5}(\text{Ga}_{0.5}\text{Al}_{0.5})_{0.5}\text{P}$  からなる多重量子井戸 (MQW: Multiple Quantum Well) 構造の活性層 104、 $\text{In}_{0.5}(\text{Ga}_{0.4}\text{Al}_{0.6})_{0.5}\text{P}$  からなるガイド層 105、 $\text{In}_{0.5}(\text{Ga}_{0.3}\text{Al}_{0.7})_{0.5}\text{P}$  からなる p 型クラッド層 106、GaAs からなる p 型コンタクト層 107、が順次形成されている。上記の活性層 104 には、図中上部の p 側電極 191 と、図中下部の n 側電極 192 と、から電流が注入される。そして、この電流注入により、発光領域 132 から、図中左側の前面側端面（第 1 の端面）110 と、図中右側の裏面側端面（第 2 の端面）120 と、に向けて波長 600 nm ~ 700 nm の光を放射する。

【 0 0 1 3 】

上記の前面側端面 1 1 0 と、裏面側端面 1 2 0 と、の近傍には図中上部から亜鉛が拡散されることによって、前面側窓領域（第 1 の窓領域）1 1 2 と、裏面側窓領域（第 2 の窓領域）1 2 2 と、が形成されている。これらの窓領域 1 1 2、1 2 2 では、活性層 1 0 4 の、 $\text{In}_{0.5}\text{Ga}_{0.5}\text{P}$  井戸層と、 $\text{In}_{0.5}(\text{Ga}_{0.5}\text{Al}_{0.5})_{0.5}\text{P}$  障壁層と、が合金化されている。この合金化を起し易くするため、活性層 1 0 4 の井戸層厚および障壁層厚はそれぞれ 4 nm とし、井戸数は 3 としている。この合金化により、前面側窓領域 1 1 2 および裏面側領域 1 2 2 の井戸層は、発光領域 1 3 2 の井戸層に比べ、バンドギャップが広く、バンドギャップ波長が短くなる。これにより、前面側窓領域 1 1 2 および裏面側領域 1 2 2 の光吸収が抑制され、端面破壊が防止される。

#### 【0014】

上記の前面側端面 1 1 0 と、裏面側端面 1 2 0 と、の上には、それぞれ、低反射膜 1 1 1 と、高反射膜 1 2 1 と、が形成される。高反射膜 1 2 1 は、活性層 1 0 4 の発光領域 1 3 2 からの光に対する反射率が 6 0 % 以上であり、この光を前面側端面 1 1 0 の方向に反射する。本実施形態では、高反射膜 1 2 1 として、反射率が 9 0 ~ 9 5 % の膜を用いている。一方、レーザ光の光出力を大きくするため、前面側端面 1 1 0 には、低反射膜 1 1 1 が付けられている。本実施形態では、この低反射膜 1 1 1 の反射率は、約 1 0 % である。これらの高反射膜 1 2 1 と、低反射膜 1 1 1 と、の反射により増幅された光は、レーザ光となり、前面側端面 1 1 0 から出力される。なお、低反射膜 1 1 1 は、放熱のためのヒートシンクの前方に合わせて付けられる。

#### 【0015】

図 1 の半導体レーザ素子の特徴の 1 つは、前面側窓領域 1 1 2 のバンドギャップ波長変化（減少）量を 5 0 nm と大きくしているのに対し、裏面側窓領域 1 2 2 のバンドギャップ変化量を 2 0 nm と小さくしている点である。つまり、裏面側窓領域 1 2 2 のバンドギャップを、前面側窓領域 1 1 2 よりも狭くしている点である。すなわち、発光領域 1 3 2 の活性層 1 0 4 のバンドギャップ波長を ( $\lambda$ )  $\mu\text{m}$ 、バンドギャップを  $(1.24/\lambda)$  eV とすると、前面側窓領域 1 1 2 のバンドギャップ波長は  $(\lambda - 0.05)$   $\mu\text{m}$ 、バンドギャップ波長変化（減少

量は  $50 \text{ nm}$ 、バンドギャップは  $\{1.24 / (\lambda - 0.05)\} \text{ eV}$  である。これに対し、裏面側窓領域 122 は、バンドギャップ波長が  $(\lambda - 0.02) \mu\text{m}$ 、バンドギャップ波長変化量が  $20 \text{ nm}$ 、バンドギャップが  $\{1.24 / (\lambda - 0.02)\} \text{ eV}$  である。また、各窓領域の長さは、活性層 114 おいて裏面側端面 120 から前面側端面 110 に向かう方向で、前面側窓領域 112 が  $30 \sim 40 \mu\text{m}$  と長いのに対し、裏面側窓領域 122 が  $25 \mu\text{m}$  と短い。このような差異は、例えば、裏面側窓領域 122 には 1 回の亜鉛拡散を行うのに対し、前面側窓領域 112 には 2 回の亜鉛拡散を行うことで、設けることができる。

## 【0016】

以上説明した図 1 の半導体レーザ素子では、発光領域 132 に比べてバンドギャップが広い窓領域 112、122 を有する窓構造の半導体レーザ素子において、裏面側窓領域 122 のバンドギャップを前面側窓領域 112 のバンドギャップよりも狭くしたので、高い信頼性を維持しつつ、光出力を高くすることができる。言い換えれば、発光領域 132 に比べてバンドギャップ波長が短い窓領域 112、122 を有する窓構造の半導体レーザ素子において、裏面側窓領域 122 のバンドギャップ波長を前面側窓領域 112 のバンドギャップ波長よりも長くしたので、特性が高い素子を得ることができる。また、裏面側窓領域 122 の長さを短く ( $25 \mu\text{m}$ ) することで、さらに光出力を高くすることができる。

## 【0017】

具体的には、本発明者は、図 1 のレーザ素子の  $100 \text{ mA}$  での動作時における光出力 (Power) を測定したところ、約  $150 \text{ mW}$  であった。これに対し、従来のように (図 5)、前面側窓領域 212 と、裏面側窓領域 222 と、を共にバンドギャップ波長変化量  $50 \text{ nm}$ 、長さ  $30 \sim 40 \text{ nm}$  とした場合には、光出力は約  $125 \text{ mW}$  であった。つまり、図 1 のレーザ素子では、従来に比べ、光出力を約  $20\%$  上昇させることができた。また、また、端面破壊の起こりにくさや信頼性は、従来と同程度に維持することができた。

## 【0018】

もっとも、図 1 のレーザ素子のように、裏面側窓領域 122 のバンドギャップ変化量を小さくすることは、通常の技術者にとって思いもよらないことである。

なぜなら、裏面側窓領域 1 1 2 のバンドギャップ変化量を小さくすれば、裏面側窓領域 1 1 2 での光吸収が増加するはずだからである。しかしながら、本発明者のシミュレーションおよび実験によれば、従来の技術常識と異なる結果が得られた。この理由について、本発明者は、以下のように考えている。

## 【 0 0 1 9 】

まず、光出力が上昇する理由については、次の様に考えている。すなわち、確かに、発光領域 1 3 2 における活性層 1 0 4 からの発光に変化がないとすれば、裏面側窓領域 1 2 2 のバンドギャップ波長変化量を 5 0 n m にするよりも 2 0 n m にした方が、裏面側窓領域 1 2 2 での光吸収が多くなり、光出力は低下してしまうはずである。しかし、実際には、裏面側窓領域 1 2 2 のバンドギャップ波長を変化させると、レーザ素子内部でのモード利得分布や光出力分布が変化すると考えられる。このため、裏面側窓領域 1 2 2 での光吸収が多くなるというデメリットよりも、モード利得分布や光出力分布が適正化されるというメリットの方が大きくなって、光出力が増加すると考えられる。

## 【 0 0 2 0 】

また、端面破壊が起こりやすくならず、信頼性が低下しない理由については、次のように考えている。すなわち、前面側は、光出力を大きくするため低反射膜が付けられ、また、放熱のためのヒートシンクの前方に合わせて付けられる。このため、前面側は、裏面側に比べて温度が上昇し易く、端面破壊も起こりやすい。これにより、前面側窓領域 1 1 2 のバンドギャップ波長変化量は、大きくしないと、信頼性が低下する。これに対し、裏面側窓領域 1 2 2 は、前面側窓領域 1 1 2 に比べれば温度が上昇しにくい。このため、裏面側窓領域 1 2 2 のバンドギャップ波長変化量は、前面側窓領域 1 1 2 ほど大きくしなくても、信頼性の低下が少なくなると考えられる。

## 【 0 0 2 1 】

このようにして、図 1 のレーザ素子では、高い信頼性を維持しつつ、光出力を高くすることができる。なお、図 1 の構造では、窓領域の p - n 接合が亜鉛拡散により発光領域 1 3 2 の活性層 1 0 5 からずれるため、窓領域 1 1 2、1 2 2 に電流が流れすぎて動作に不具合が起こるようなことはない。

## 【 0 0 2 2 】

次に、裏面側窓領域 1 2 2 のバンドギャップ波長変化量および長さの範囲について検討する。すなわち、図 1 の半導体レーザ素子では、裏面側窓領域 1 2 2 のバンドギャップ変化量を 2 0 n m、長さを 2 5  $\mu$  m としているが、これを他の値にして製造することもできるので、その範囲について、図 2、図 3 を参照にして検討する。

## 【 0 0 2 3 】

図 2 は、前面側窓領域 1 1 2 をバンドギャップ波長変化量 5 0 n m、長さ 3 0 ~ 4 0  $\mu$  m とした素子において、裏面側窓領域 1 2 2 のバンドギャップ波長を変化 ( s i f t ) させた場合の、光出力 ( P o w e r ) の変化を示す図である。この図 2 から、裏面側窓領域 1 2 2 のバンドギャップ波長変化量は、減少量として、1 0 ~ 3 0 n m、好ましくは 2 0 ~ 3 0 n m でレーザ素子の光出力が最も大きくなることが分かる。そして、本実施形態のようにバンドギャップ波長変化量を 2 0 n m とすると、バンドギャップ波長変化量を 5 0 n m とした従来例よりも、光出力が約 2 0 % 程度増加することが分かる。このような結果になるのは、前述のように、バンドギャップ波長変化量を適当な範囲にすると、裏面側窓領域 1 2 2 での光吸収のデメリットよりも、モード利得分布や光出力分布の適正化のメリットが大きくなるからであると考えられる。

## 【 0 0 2 4 】

図 3 は、前面側窓領域 1 1 2 をバンドギャップ波長変化量 5 0 n m、長さ 3 0 ~ 4 0  $\mu$  m とした素子において、裏面側窓領域 1 2 2 の長さを変化させた場合の、光出力 ( P o w e r ) の変化を示す図である。裏面側窓領域 1 2 2 のバンドギャップ波長変化量は、3 0 n m としている。この図 3 から、裏面側窓領域の長さは、2 0 ~ 3 0  $\mu$  m で最適になることが分かる。この理由についても、モード利得分布や光出力分布の適正化のメリットが大きくなるからであると考えられる。

## 【 0 0 2 5 】

このように、裏面側窓領域 1 2 2 のバンドギャップ波長変化量を 1 0 ~ 3 0 n m、長さを 2 0 ~ 3 0  $\mu$  m とすることで、特性の高いレーザ素子が得られる。

## 【 0 0 2 6 】

また、本発明者は、さらに、図 2、図 3 の結果を参照にして、前面側窓路領域 1 1 2 のバンドギャップ波長変化量の範囲についても検討した。その結果、前面側窓路領域 1 1 2 のバンドギャップ波長変化量が 4 0 ~ 8 0 n m であれば、図 1 の素子と同様な良好な素子が得られた。逆に、前面側窓路領域 1 1 2 のバンドギャップ波長変化量を 4 0 n m 未満にすると、光出力が低下したり、端面破壊が起こりやすくなって信頼性が低下したりした。これは、前面側窓領域 1 1 2 での光吸収が増加してしまうからであると解析される。また、バンドギャップ波長変化量を 8 0 n m より大きくしようとする、活性層 1 0 4 における井戸層とバリア層とのバンドギャップ差が少なくなりすぎて、動作に不具合が生じるようになった。

#### 【 0 0 2 7 】

(第 2 の実施の形態)

図 4 は、本発明の第 2 の実施の形態の半導体レーザ素子を示す断面図である。図 4 の素子は、第 1 の実施の形態の素子 (図 1) において、 $\text{In}_{0.5}(\text{Ga}_{0.3}\text{Al}_{0.7})_{0.5}\text{P}$  からなる p 型クラッド層 1 0 6 まで結晶成長した後に、窓領域 1 1 2 および 1 2 2 を形成し、これらの窓領域 1 1 2、1 2 2 に電流が流れにくくなるように n 型 GaAs からなる電流ブロック層 1 0 8 を形成し、さらに全面に GaAs からなる p 型コンタクト層 1 0 7 を設けた構造である。他の部分の構造は第 1 の実施の形態の素子 (図 1) とほぼ同様であり、詳細な説明は省略する。

#### 【 0 0 2 8 】

図 4 の構造では、電流ブロック層 1 0 8 を設けることによりさらに窓領域 1 1 2、1 2 2 への電流注入を減らし、温度上昇を抑制することができる。

#### 【 0 0 2 9 】

以上説明した図 4 の半導体レーザ素子では、前面側窓領域 1 1 2 への電流注入を妨げる図中左側の電流ブロック層 1 0 8 と、裏面側窓領域 1 2 2 への電流注入を妨げる図中右側の電流ブロック層 1 0 8 と、を設けたが、裏面側窓領域 1 2 2 への電流注入を妨げる図中右側の電流ブロック層 1 0 8 だけを設ける場合でも、温度上昇を抑制する効果を得ることができる。

## 【 0 0 3 0 】

以上説明した本実施形態の半導体レーザ素子では、活性層 1 0 4 の井戸層厚および障壁層厚をそれぞれ 4 n m としたが、それぞれ 5 n m 以下とすることもできる。これに対し、5 n m よりも厚くすると、窓領域 1 1 2、1 2 2 における合金化が起こりにくくなる。

## 【 0 0 3 1 】

また、以上説明した本実施形態の半導体レーザ素子では、I n G a A l P 系材料を用いた波長 6 0 0 n m ～ 7 0 0 n m のレーザ素子について説明したが、発光領域 1 3 2 に比べてバンドギャップが広い窓領域 1 1 2、1 2 2 を有する窓構造の半導体レーザ素子において、裏面側窓領域 1 2 2 のバンドギャップを前面側窓領域 1 1 2 のバンドギャップよりも狭くなるようにすれば、他の材料系のレーザ素子でも同様の効果を得ることができる。

## 【 0 0 3 2 】

## 【発明の効果】

本発明によれば、発光領域に比べてバンドギャップが広い窓領域を有する窓構造の半導体レーザ素子において、裏面側窓領域のバンドギャップを、前面側窓領域のバンドギャップよりも狭くしたので、高い信頼性を維持しつつ、光出力を高くすることができる。

## 【図面の簡単な説明】

## 【図 1】

本発明の第 1 の実施の形態の半導体レーザ素子を示す断面図。

## 【図 2】

本発明の第 1 の実施の形態の半導体レーザ素子の、裏面側窓領域のバンドギャップ波長変化と、光出力と、の関係を示す図。

## 【図 3】

本発明の第 1 の実施の形態の半導体レーザ素子の、裏面側窓領域の長さと、光出力と、の関係を示す図。

## 【図 4】

本発明の第 2 の実施の形態の半導体レーザ素子を示す断面図。



【図 5】

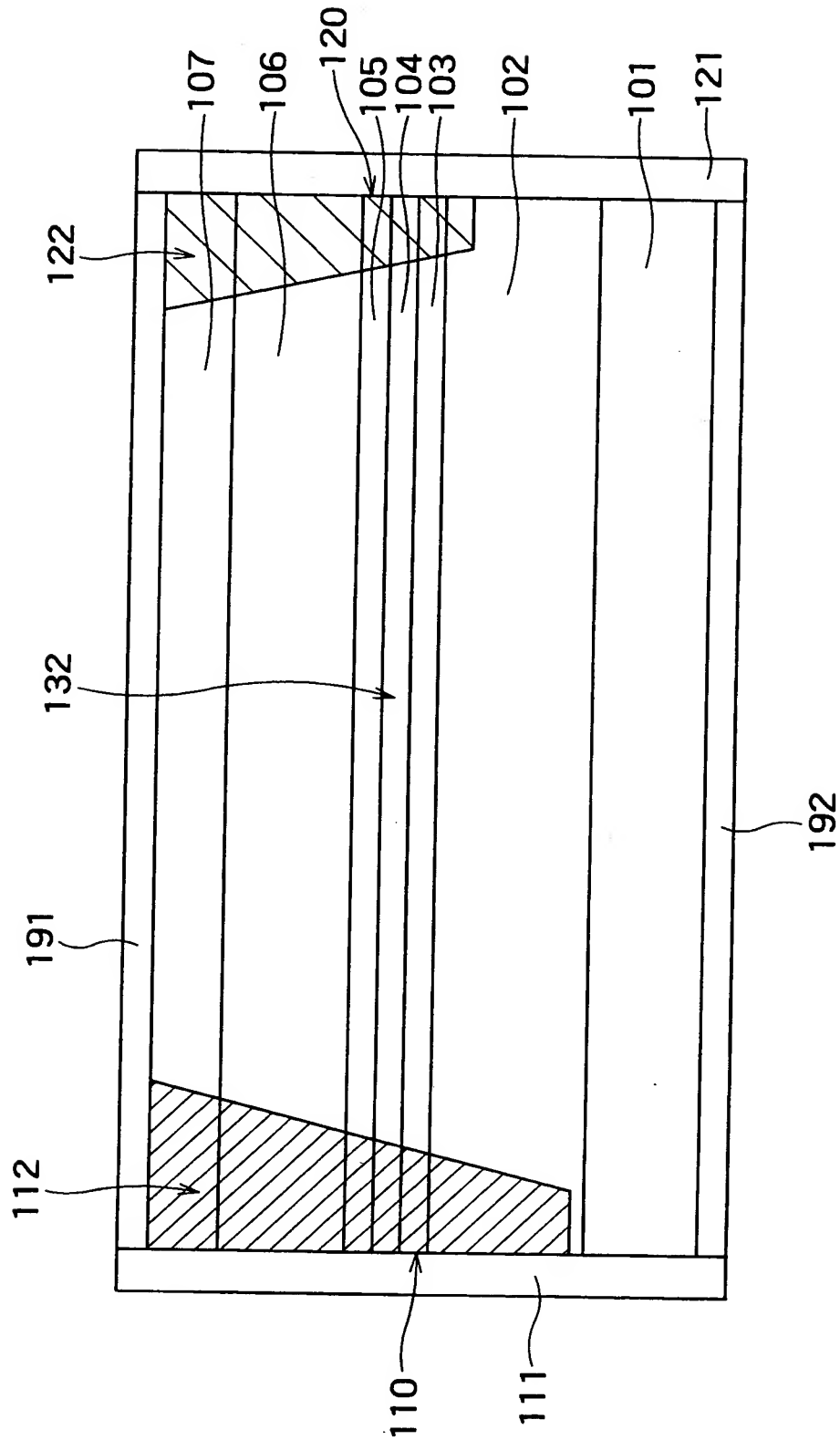
従来の半導体レーザ素子を示す断面図。

【符号の説明】

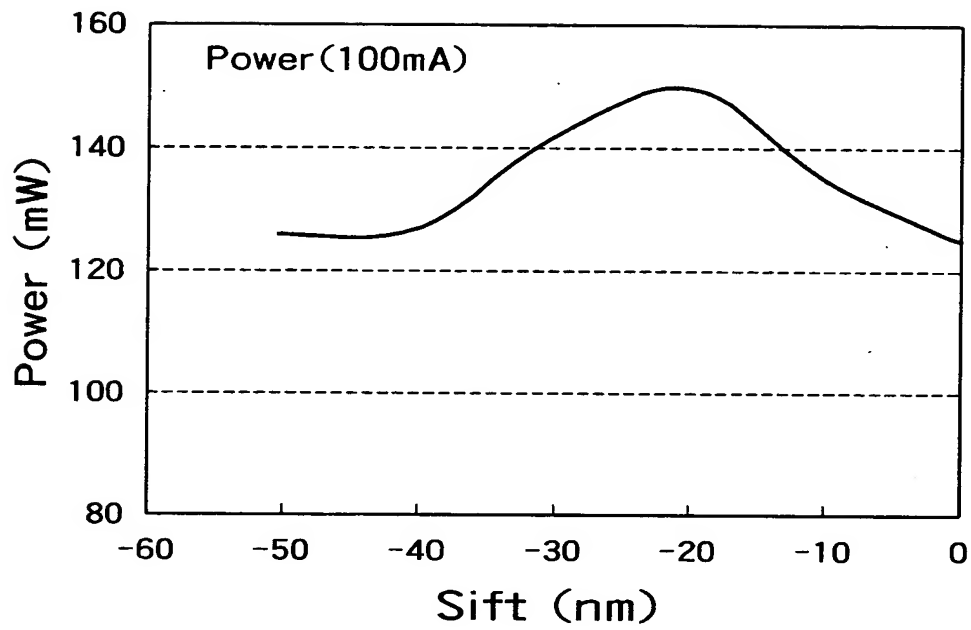
- 1 0 1    n 型 G a A s 基板
- 1 0 2    n 型（第 1 導電型）クラッド層
- 1 0 4    活性層
- 1 0 6    p 型（第 2 導電型）クラッド層
- 1 0 8    電流ブロック層
- 1 1 0    前面側端面（第 1 の端面）
- 1 1 2    前面側窓領域（第 1 の窓領域）
- 1 2 0    裏面側端面（第 2 の端面）
- 1 2 1    高反射膜
- 1 2 2    裏面側窓領域（第 2 の窓領域）

【書類名】 図面

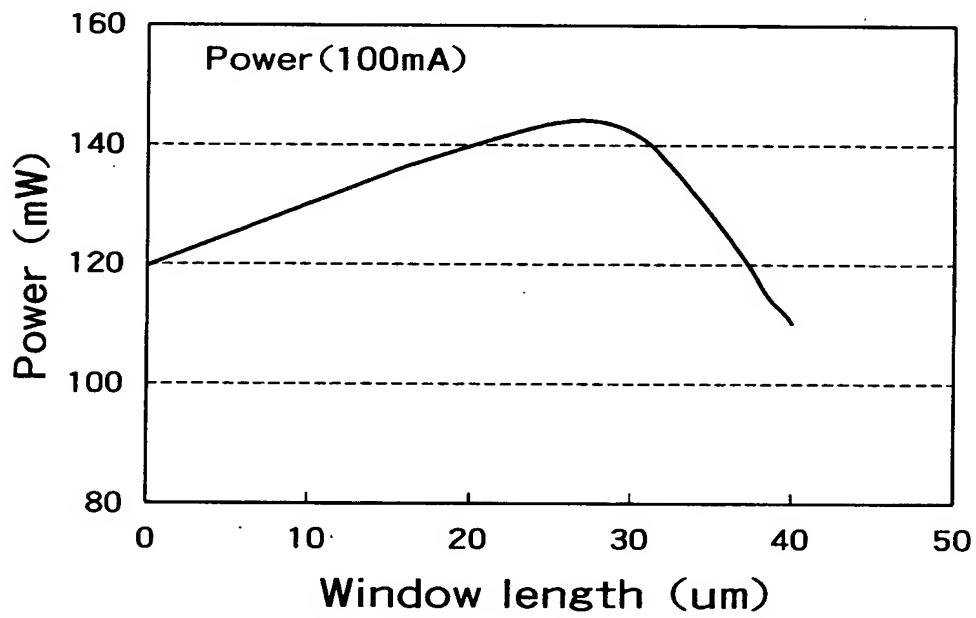
【図 1】



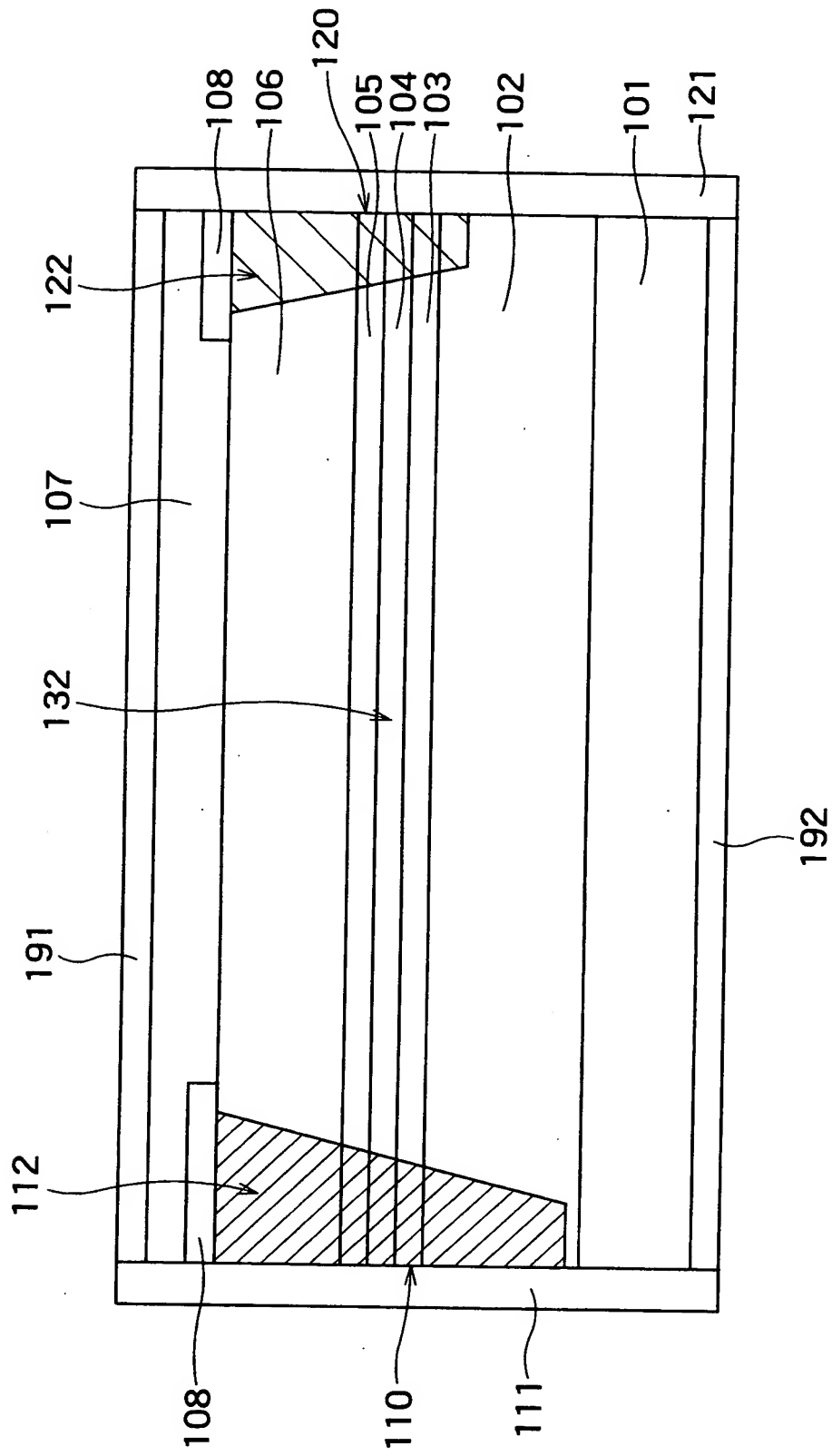
【図 2】



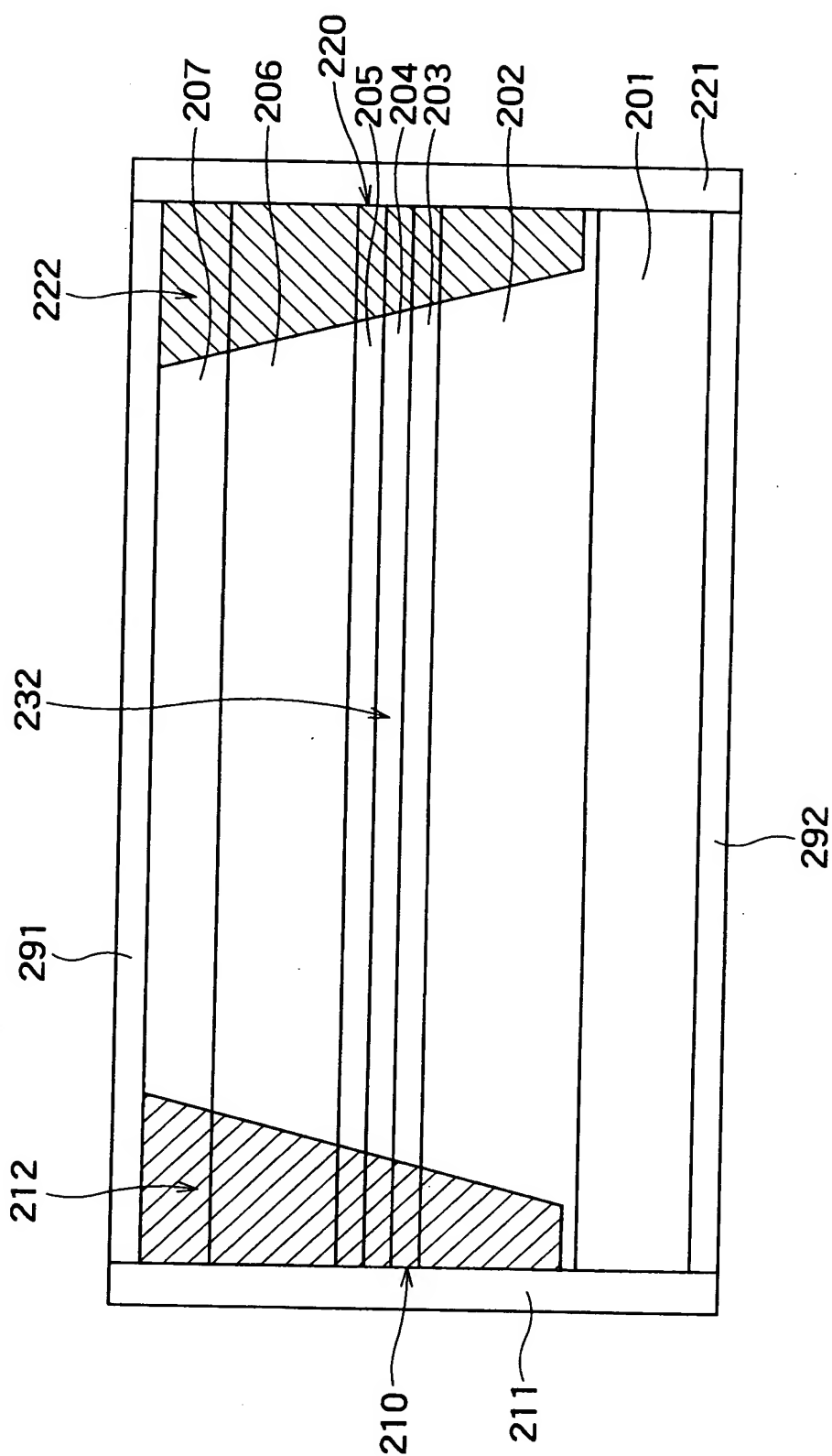
【図 3】



【図 4】



【図 5】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 光出力が高い半導体レーザ素子を、信頼性を低下させることなく得る

。【解決手段】 発光領域に比べてバンドギャップが広い窓領域を有する窓構造の半導体レーザ素子において、裏面側窓領域のバンドギャップを、前面側窓領域のバンドギャップよりも狭くする。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000003078]

1. 変更年月日 2001年 7月 2日  
[変更理由] 住所変更  
住 所 東京都港区芝浦一丁目1番1号  
氏 名 株式会社東芝